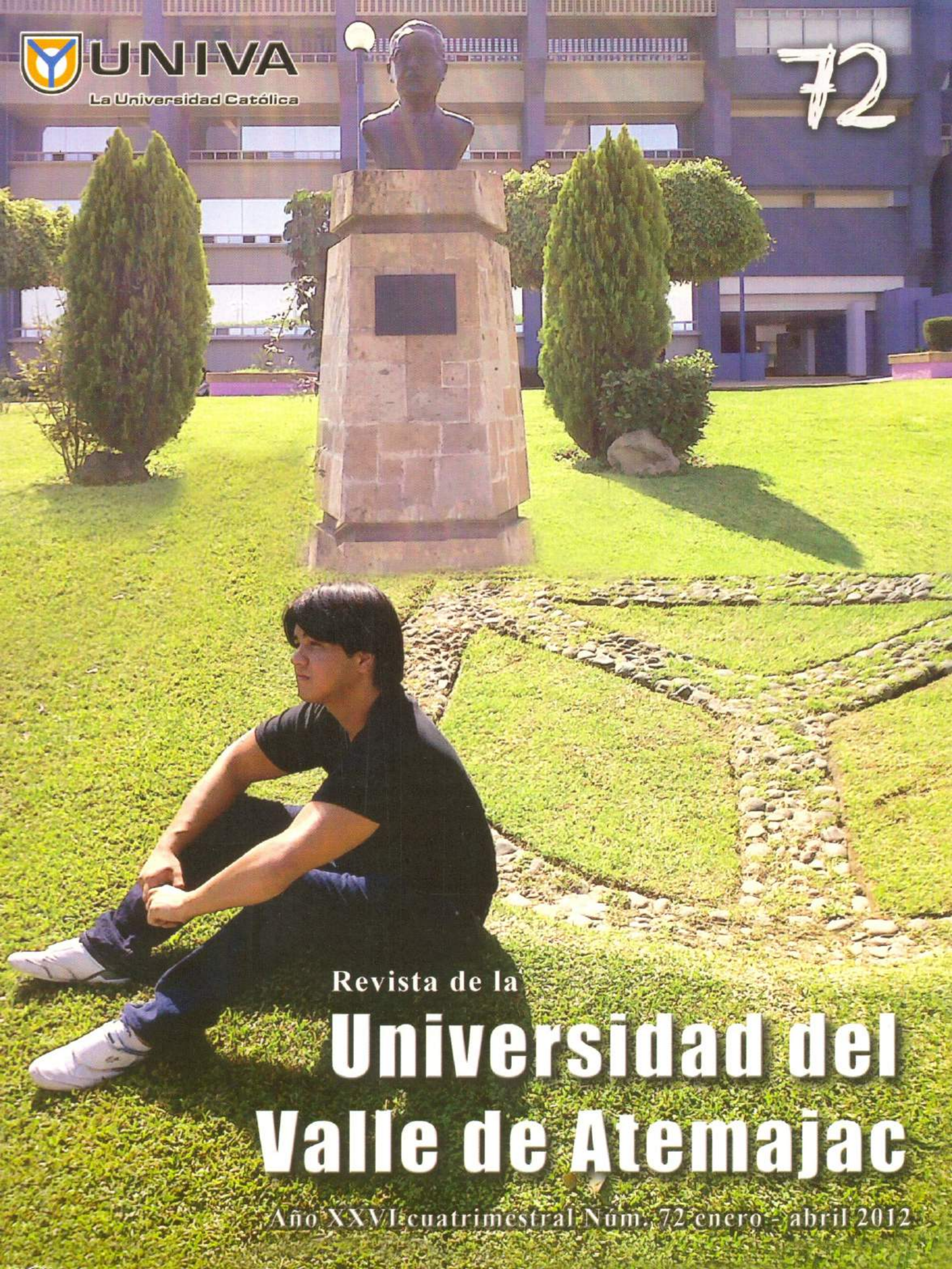

UNIVA
La Universidad Católica
72
Revista de la
Universidad del
Valle de Atemajac
Año XXVI cuatrimestral Núm. 72 enero - abril 2012

DIRECTORIO

Año XXVI, Núm. 72, enero-abril 2012

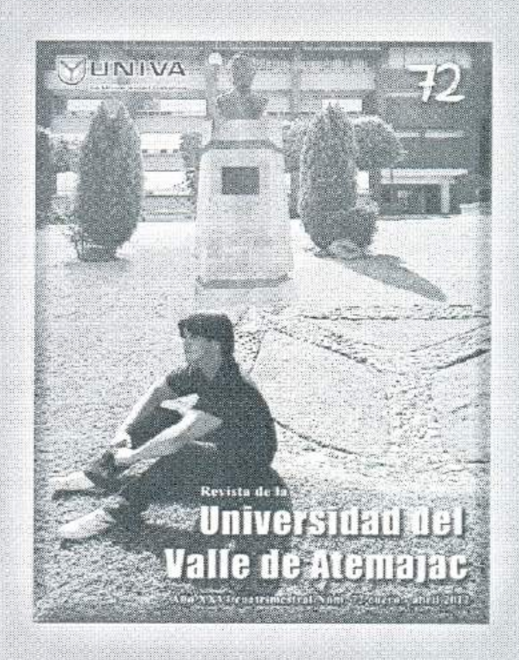
Colaboran en esta edición
Miguel Ángel Ortega Nuñez
Leticia Guillermina Barona Peralta
Jorge A. Jiménez Torres
Rocío Calderón García
Rosa María López Solís
Juan José Rojas Delgado
Juan José Cabrera Lazarini
Alejandra Urbiola Solís
Mónica Catalina Benavides Cabrera
David Rivera Caballero
Sergio Ellerbracke Román
Elba Lomelí Mijes

Fotografía de portada
Daniel Mora Vazquez,
Ganador del Concurso de
Portada Revista UNIVA 2012

Fotografía y Corrección de Estilo
Coordinación de Publicidad
y Comunicación Digital,
Jefatura de Imagen Institucional y Mercadotecnia

Traductores del Centro de Lenguas Extranjeras (CELE), UNIVA
Mtra. Ashley Nicole Hermosillo Bagwell (Inglés)
Mtro. Ludovic Moreau-Delacquis (Francés)

Diseño
Creator Comunicación S. de R.L. de C.V.



ISSN 0187-5981
Publicación cuatrimestral, indizada en CLASE
http://dgb.unam.mx

e-mail:
saul.lopez@univa.mx

Página Web:
http://biblioteca.univa.mx/hemeroteca/coleccion_revistauniva.htm



"En los últimos años se ha insistido más en que es el número de transistores en un microprocesador el que se duplica cada dos años, pero entre 1970 y el año 2000 se interpretó básicamente en el sentido de que las velocidades de las computadoras se duplicaban aproximadamente cada dos años. Además, era cierto."

El fin de la edad de oro del flujo principal de la computación y sus implicaciones en la globalización

Sergio Ellerbracke*
Elba Lomelí Mijes**

* Departamento de Ingenierías, Universidad del Valle de Atemajac.
** Departamento de Geografía y Ordenación Territorial, Universidad de Guadalajara.

El fin de la edad de oro del flujo principal de la computación y sus implicaciones en la globalización

Resumen

En este trabajo gravitaremos alrededor de la tesis de que ya hemos salido de la edad de oro del flujo principal de la computación. Para eso es necesario revisar tanto el concepto de *edad de oro* como el de *infraestructura*, así como los alcances de nuestra afirmación. En particular nos detendremos en demostrar el fin de la edad de oro de la tecnología del silicio, base física de las Tecnologías de la Información, comentando brevemente el fin de la edad de oro de la ofimática. Ya con esos análisis, pasaremos a un estudio preliminar de las consecuencias sociales de que hayamos arribado al fin de la edad de oro del flujo principal de la computación.

Golden age end of computing main role and its implications in globalization

Summary

This study centers on the thesis that the golden age of computing main role has ended. In order to make such a statement, it is necessary to revise the concepts of *golden age* and *infrastructure*, as well as the reach of our statement. Mainly, we will focus on proving the end of the golden age of silicon technology, Information Technologies' physical basis, making reference to the end of the golden age of office automation. After analyzing those aspects, we will move on to a preliminary study of the social consequences of arriving to the end of the period where computing has had a main role.

La fin de l'âge d'or du flux principal de l'informatique et ses répercussions sur la mondialisation

Résumé

Dans ce travail nous graviterons autour de la thèse selon laquelle nous avons déjà quitté l'âge d'or du flux principal de l'informatique. Il est pour cela nécessaire de réviser tant le concept d'*âge d'or* que celui d'*infrastructure*, de même que la portée de notre affirmation. Nous nous attarderons en particulier sur la démonstration de la fin de l'âge d'or de la technologie du silicium, base physique des Technologies de l'Information, en commentant brièvement la fin de l'âge d'or de la bureautique. Munis de ces analyses, nous passerons à une étude préliminaire des conséquences sociales du fait que nous serions parvenus à la fin de l'âge d'or du flux principal de l'informatique.

Palabras clave: Edad de oro de la computación · Velocidad microprocesadores · Ofimática · Mercadotecnia de la industria de la computación

Keywords: Computing golden age · Speed · Microprocessors · Office automation · Marketing in computing industry

Mots-clés: Âge d'or de l'informatique · Vitesse des microprocesseurs · Bureautique · Mercatique de l'industrie informatique

Como la palabra *globalización* es la más usada para referirse al conjunto de teorías sobre el estado de la cuestión contemporánea, sin excluir vertientes políticas, económicas, tecnológicas o sociales, y sin referirse a ámbitos concretos –aunque simultánea y contradictoriamente se busca aplicar esas teorías en dichos ámbitos–, dicha globalización es algo que abarca demasiado, con un *collage* de afirmaciones que suelen ser aplicables y útiles en algunos contextos, y medio verdaderas, o de plano no aplicables, en otros contextos.

Hay unos pocos temas que aparecen en los discursos de la globalización de manera muy recurrente: es el caso del neoliberalismo, del desarrollo sustentable y de las Tecnologías de la Información (TI). Trabajaremos en este último tópico.

Sólo para enfocar el discurso, y sin tener pretensiones de ser exhaustivo, la relación entre las Tecnologías de la Información y la globalización es también múltiple y diversa, y distintos autores se han enfocado en diferentes ángulos de esta rica y problemática relación:

- *Deslocalización de la producción y el consumo*. Para Kaplinsky (1992, p. 310), "tradicionalmente el sector servicios se caracterizaba por la simultaneidad de la producción y el consumo. Las TI, sin embargo, han posibilitado la ruptura de esta coincidencia temporal entre la oferta y la demanda".
- *Economía de lo intangible y comunicación máquina-máquina*. Por su parte, Terceiro (2001) afirma que en la nueva economía, que ya "genera la mitad del PIB y del empleo en las economías más avanzadas" (p. 45), asistimos a una "expansión de lo inmaterial" (p. 46), y mientras que "antes la información viajaba físicamente con las personas y con las mercancías" (p. 55), ahora viaja sola, por sus propios circuitos.
- *Panoptismo generalizado y automático*. En otra vertiente, para Constante (2006, pp. 50-51), una



preocupación de la posmodernidad es que podemos estar inmersos en un resurgimiento del panoptismo "que muestra el poder absoluto de una total transparencia, una *Glasnost* (tal como se refleja en Orwell y lo desvela Foucault)". Esto se realiza particularmente por una agencia estadounidense, la *National Security Agency* (NSA), que de forma rutinaria graba una gran cantidad del tráfico de Internet y de las comunicaciones, tanto personales como empresariales, en su territorio y fuera de él (aprovechándose de que una gran parte de los paquetes de Internet pasan por unos cuantas instalaciones, o en algún momento por satélites, y entonces son transmitidos de forma inalámbrica, medio para el cual la intercepción es trivial).

- *Las Tecnologías de la Información como mecanismos de las corporaciones para incrementar su poder a costa del poder estatal*. Siguiendo a Mokyr (1993, p. 228), "gobiernos débiles promueven el progreso tecnológico, y la globalización genera los gobiernos más débiles". O sea, un juego dialéctico que va desde el Estado omnipotente y prepotente, hasta el impotente y el *vaciamiento de poder* del sistema político (Castells, 2001, p. 417). En la misma vertiente, Morgan (1998, pp. 299-300) realiza una crítica a las multinacionales en el sentido de que:

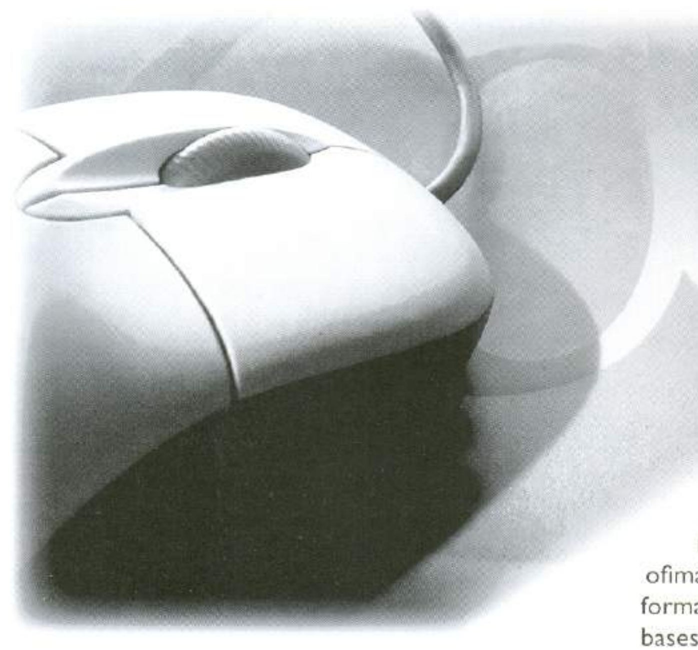
> ...disimulan los excesivos beneficios y evitan pagar los impuestos correspondientes en el país anfitrión. Se ha estimado que una de cada tres transacciones del mercado mundial es una operación intracompañía. En términos de valores, cada corporación multinacional suele ser su más importante cliente por medio de alguna subsidiaria comprando o vendiendo. Tal comercio da a la corporación un gran abanico de posibilidades para manipular las cifras de los beneficios por medio de las subsidiarias en un país dado. Comprando materiales de la subsidiaria a un precio muy alto y vendiéndolos a otra a precio más bajo, una subsidiaria puede operar con unos beneficios altos o bajos de acuerdo con la impresión que se desea que se dé al exterior. De esta forma, los beneficios de las subsidiarias en los países con altos impuestos pueden bajarse artificialmente y, por el contrario, en donde los impuestos son bajos, inflarse. O los beneficios pueden repartirse de una industria a otra, sacando las ventajas de los incentivos ofrecidos por el gobierno anfitrión.

Las tecnologías que facilitan semejantes prácticas son sus redes intranet y extranet, sus sistemas de información y sus ERP (*Enterprise Resource Planning*)

En palabras de Beck (2000), asistimos a un "nuevo modo de producción y cooperación *deslocalizados*" (p. 29), donde "puede elegirse a discreción el lugar de inversión, de producción, de cotización y de residencia" (p. 36). Las tecnologías que facilitan semejantes prácticas son sus redes intranet y extranet, sus sistemas de información y sus ERP (*Enterprise Resource Planning*).

- *Sustrato de una economía especulativa desvinculada de la economía real*. Continuando con Beck (2006, p. 168), "asistimos a la extensión de formas transnacionales de poder considerablemente anónimas que se asientan en organizaciones, redes y movimientos internacionales, en el sistema bancario y comercial, y que por lo tanto se sustraen a las formas de legitimación del poder, propias del Estado nacional", o como lo dice Villarreal (2002, p. 324), "el dinero electrónico viene con virus especulativo".
- *Redistribución de las plazas laborales*. Y una última reflexión de Beck (2006), ahora relativa al *outsourcing:* "La globalización de las formas industriales ha superado la división del trabajo y las viejas diferencias entre «Occidente» y el «resto»" (p. 167), y entonces "la movilidad global ha sufrido e introducido importantes cambios".

De hecho, hay más relaciones entre las Tecnologías de la Información y la globalización. Desde esta óptica, y sólo por mencionar algunas más, han potenciado la eliminación de las barreras organizacionales que dificultaban el crecimiento de los monopolios y oligopolios, al estandarizar, mediante el uso de ERPs, los procesos, tanto administrativos como financieros y productivos; también han posibilitado la reducción de los tiempos de una serie de procesos y actividades, al punto en que ya se perciben prácticamente de forma simultánea al inicio del proceso o actividad, o con muy poco retraso; asimismo, son el sustrato de nuevas formas de comunicación, casi siempre deslocalizada y simultánea (refiriéndose a comunicaciones síncronas); finalmente, por medio de las Tecnologías de Información se han generado nuevos movimientos sociales, derivaciones de la cultura *hacker*.



El fin de la edad de oro del flujo principal de la computación

En general, una edad de oro es un periodo histórico de excepcional esplendor (Puertas, 1984, p. 3523). Circunscribiendo el concepto a una tecnología, para nosotros, una edad de oro será: *un periodo de tiempo donde se concentra la innovación de una tecnología.*

Para ilustrar el concepto de *edad de oro*, tomemos el de la ingeniería aeronáutica. Así, aunque el primer vuelo de los hermanos Wright fue en 1903, el primero en globo dirigible tuvo lugar en París en 1852, y al comienzo de la Primera Guerra Mundial ya había unos cinco mil aeroplanos en el planeta (Williams, 2000, pp. 381-385); la edad de oro de la ingeniería aeronáutica comienza junto con el inicio de dicho conflicto, y acaba a finales de la Segunda Guerra Mundial.

De esta manera, en los 30 años comprendidos entre 1914 y 1944, se pasó de aeroplanos ligeros, lentos, construidos con madera –casi todos de una o dos plazas, difíciles de controlar (y por tanto, peligrosos)–, mono motores de no más de 160 caballos de fuerza (Graves y Graves, 2003), a una variedad de aviones poco distinguibles (salvo por su electrónica) de los modelos actuales. En cuanto a velocidad, el avión de combate alemán "Messerschmitt Me 262" ya era capaz de alcanzar los 870 km/h, mientras que el bombardero americano B-29 (el avión que arrojó las bombas sobre Hiroshima y Nagasaki), ya tenía un alcance máximo de seis mil millas o una carga máxima de 64 toneladas.

Ante la circunstancia de que una tecnología haya salido de su edad de oro, no se puede implicar que ya no se realice innovación (de hecho, los helicópteros son posteriores a la segunda guerra), sino simplemente que la tasa de innovación tecnológica es mucho mayor cuando se está en la edad de oro.

Nuestra postura es que asistimos al fin de la edad de oro del flujo principal de la computación. Con esto queremos decir que la mayor parte de las tecnologías de computación más ampliamente usadas o más representativas (silicio, sistemas operativos, ofimática, comunicación por Internet, búsqueda de información por Internet, videojuegos, programación y bases de datos) ya han salido de su edad de oro. Claro que hay parcelas de la computación que todavía tienen una enorme tasa de innovación, y algunas de ellas de gran relevancia económica (como la *domótica*), pero en la mayoría de las principales tecnologías de la computación ya se asiste a una tasa de innovación residual, siempre en comparación con un periodo anterior.

Pero antes de revisar nuestra tesis del fin de la edad de oro del flujo principal de la computación, es importante revisar el concepto de *infraestructura.*

La computación es una nueva infraestructura bisagra

La computación no es cualquier tecnología. Es una *infraestructura*: algo que sostiene, soporta, subyace. Las infraestructuras tienen algunas propiedades:

- Son *invisibles*. Estamos tan acostumbrados a ellas que no se perciben en la cotidianidad, pero se perciben con toda claridad cuando fallan (Norman, 2000, p. 21).
- Son *bienes no sustituibles*. Es decir, la elección de una infraestructura conlleva obligaciones futuras, ya que los artículos basados en una infraestructura no pueden ser reemplazados por los de otra infraestructura (Norman, 2000, p. 136). Yo no puedo comprar un aparato eléctrico en Europa y conectarlo en México. Los voltajes a los que opera son distintos, amén de que las clavijas difieran. Por el contrario, en el caso de un bien sustituible, la decisión inicial no influye en la siguiente. Yo puedo comprar un refresco el día de hoy, y mañana sustituirlo por un jugo.



- Son *permanentes, o por lo menos, de largo aliento.* Es muy difícil sustituir una infraestructura por otra. Tienden a permanecer, aunque no sean las más adecuadas, sustentables o eficientes. Por poner un ejemplo, "el conocido teclado QWERTY fue diseñado para reducir al mínimo la pulsación consecutiva de caracteres adyacentes, con el consiguiente riesgo de que las palancas se atascaran" (Williams, 2000, p. 430). O sea, una tecnología que se diseñó para resolver un problema de las primeras máquinas de escribir, se convirtió en infraestructura y no hay forma de sustituirlo, aunque esté demostrado que otras configuraciones de teclado tienen ventajas de mucha consideración. Sin embargo, en algunas ocasiones se puede o se debe sustituir una infraestructura con otra, pero es un proceso difícil y largo. En ese sentido, finalmente tendremos que sustituir nuestras infraestructuras de combustibles fósiles por otras infraestructuras sustentables, pero el costo que vamos a pagar y el sufrimiento que estamos provocando por nuestro retraso en la sustitución de estas infraestructuras serán gigantescos.

La computación no es cualquier infraestructura, sino una de las pocas que se han constituido como base de buena parte de la actividad humana

Ahora bien, la computación no es cualquier infraestructura, sino una de las pocas que se han constituido como base de buena parte de la actividad humana. O sea, unas pocas infraestructuras han tenido la capacidad de influir dramáticamente en el quehacer humano. A falta de un mejor término, denotamos a dichas infraestructuras como *infraestructuras bisagra.* La Figura 1 pretende ubicar aquellas infraestructuras bisagra que son más relevantes desde la óptica de la computación, organizadas en una secuencia histórica.

Comenzamos con el lenguaje, nuestra primera gran infraestructura. Desde nuestro punto de vista, el lenguaje tuvo mucho que ver en el surgimiento del hombre y su separación del resto de los animales. En una perspectiva prehistórica, se supone que el *homo erectus* ya tenía, por lo menos, una forma rudimentaria de habla, pues cazaba grandes animales, y esto exigía un alto grado de cooperación y comunicación (Campbell, 1992, p. 214). Si es así, el habla nos acompaña desde hace un millón de años. Por supuesto, tuvo un periodo de gestación sumamente largo. Otra referencia indirecta del origen del habla es morfológica. Se sabe que la parte del cerebro responsable de esta función es el *área de Broca.* Los cráneos intactos más viejos que se conocen, en los que los *huesos hioides* son *similares a los homínidos modernos,* datan de hace más de trescientos mil años: "Es muy posible que el lenguaje fuera ya una realidad para las poblaciones de *heidelbergensis,* si nos atenemos a otras formas de complejidad que ya han sido contrastadas. Se hace difícil pensar que un homínido tan bien organizado no fuera capaz de emitir sonidos articulados" (Carbonell, 2002, p. 233). Esas formas de complejidad a las que se refiere Carbonell incluyen el uso del fuego, la confección de vestimenta, el enterrar a los muertos, la producción de formas incipientes de arte y la caza con armas arrojadizas. Es decir, estamos en los *artefactos,* que para nosotros son cosas hechas a mano, que tienen algún propósito. Nuestra segunda infraestructura bisagra.

Y luego la escritura. Una infraestructura derivada del lenguaje. Como la escritura sí deja evidencia directa, sabemos que surgió por lo menos hace unos seis mil años, con tablillas que registraban información del templo de Erech, en Sumer (Derry y Williams, 1982, pp. 310-311).

Computación
Imprenta
Escritura
Lenguaje
Artefacto
Mecanismo

FIGURA 1

Las infraestructuras bisagra de relevancia con la computación

Sabemos que los fenicios desarrollaron el primer alfabeto conocido hace unos tres mil años (ídem, p. 315). La escritura "liberó la información de los límites de la memoria" (Rheingold, 2004, p. 109); proporcionó nuevas oportunidades al hombre: "tiempo para componer las ideas, posibilidad de corregir y mejorar; facilidad de copiar y transportar" (Swadesh, 2004, p. 58); permitió "la conservación de las palabras para siempre" (ídem, p. 331).

Y entonces viene la imprenta, una infraestructura derivada de la escritura. La imprenta fue introducida en Alemania hacia 1450 (Derry y Williams, 1982, p. 57). Su crecimiento fue explosivo, ya que según Van Dülmen (2004, p. 49), a finales del siglo XVI se hicieron entre 140 mil y 200 mil ediciones, de 140 a 200 millones de libros. La imprenta posibilitó la alfabetización que –durante cinco mil años– había sido "propiedad de sacerdotes y sabios" (Swadesh, 2004, p. 56). Moulthrop (1997, p. 345) cita la tesis de Elizabeth Eisenstein según la cual la imprenta fue un factor importante para la consolidación de la cultura burguesa.

En la otra vertiente, los artefactos dieron paso a los mecanismos, compuestos por múltiples piezas, impulsados por alguna fuerza, originalmente por músculos, y en raras ocasiones con energía hidráulica o eólica para que, por fin, en la revolución industrial se desarrollaran los motores, que son capaces de gastar una gran potencia en los mecanismos conectados a ellos, motores que primero eran máquinas de vapor, posteriormente máquinas de combustión interna y finalmente máquinas eléctricas.

Se trae a colación el origen del habla, de la escritura y de la imprenta, y se coloca al lado de los artefactos y los mecanismos, porque para nosotros la computación es la primera infraestructura bisagra que permite empotrar sentencias lingüísticas en mecanismos, para controlarlos mediante dichas sentencias. Como además la computación se manifiesta con nuevas formas de comunicación, tenemos una infraestructura que subyace a todas las tecnologías, la segunda en la historia, después del lenguaje. Y una infraestructura que también subyace al lenguaje, porque la computación, y el software en particular, es lenguaje.

El fin de la edad de oro de la ofimática

Después de revisar los conceptos de edad de oro e infraestructura, podemos retomar la tesis que perseguimos en este ensayo: *ya hemos salido de la edad de oro del flujo principal de la computación*. Considerando el carácter infraestructural de la totalidad de tecnologías, es claro que la edad de oro de todas las parcelas de la actividad computacional nunca se va a alcanzar, porque eso implicaría que no hubiera tecnologías que estuvieran en su edad de oro. Pero hablamos del fin de la edad de oro del flujo principal de la computación, con lo que nos referíamos a la mayor parte de las tecnologías de computación más ampliamente usadas o más representativas (silicio, sistemas operativos, ofimática, comunicación por Internet, búsqueda de información por Internet, videojuegos, programación y bases de datos). No podemos, por limitaciones de tiempo y espacio, documentar aquí el fin de la edad de oro de todas estas tecnologías. Vamos a desarrollar extensamente el fin de la edad de oro de la tecnología del silicio, pero antes haremos un breve recorrido por el fin de la edad de oro de la ofimática.

Las *suites* de ofimática (*Microsoft Office*, *OpenOffice*, *LibreOffice* y otras) son una de las categorías de aplicaciones computacionales más usadas. Su importancia es indiscutible. Las *suites* de ofimática por lo menos tienen procesador de textos, hoja electrónica, un programa para presentaciones y otro para base de datos personales. Con mucho, el programa más usado es el procesador de textos, que salió de su edad de oro desde hace más de una década.

Recordando, el primer procesador de textos que usamos era muy rudimentario, allá por 1982. Bajo los parámetros actuales, era atroz. Realmente, hacía poco más que manejar párrafos, editar textos, copiar y pegar, abrir y guardar archivos, e imprimirlos. Ni siquiera justificaba párrafos. No tenía acentos, y por supuesto no tenía diccionario alguno, y no eran tiempos de interfaz gráfica. Pero en ese momento, la alternativa era la máquina de escribir. Y era muy superior a la máquina de escribir (excepto por los acentos).

Pero los procesadores de texto evolucionaron muy rápido. En cuestión de meses incorporaron muchas funcionalidades, y en unos pocos años eran programas bastante sólidos. En palabras de Norman (2000, p. 98):

> En 1988 denominé prestacionismo solapado a este fenómeno, que es el síntoma de la temible enfermedad llamada caracteritis. En 1992, el programa de procesamiento de texto Microsoft Word tenía 311 mandos. Trescientos once. Era una cantidad impresionante, superior a lo que creía posible cuando escribí mi libro en 1988. ¿Quién puede aprender a dominar los trescientos once mandos de un solo programa? ¿Quién desea hacerlo? ¿Quién nunca los necesitará? La respuesta es: nadie. Pero su existencia se debía a diversas razones. En parte se debía a que ese único programa debía emplearse en todo



> el mundo, de modo que, en principio, cada mando encontraría como mínimo un usuario en algún sitio al que le parecería esencial. Pero en parte también existían porque los programadores los habían diseñado, y si se podían crear, se creaban. Pero la razón principal era el marketing. Mi programa es más grande que el tuyo. Y mejor. Tiene más funciones. Yo tengo todo lo que tienes tú y mucho más aún. Quizá el prestacionismo solapado sea una expresión impropia; quizá deberíamos hablar de prestacionismo desenfrenado. ¿Le parece que 311 mandos son muchos para un programa de procesamiento de textos? Cinco años después, en 1997, el mismo programa, Microsoft Word, tenía 1,033 mandos. Mil treinta y tres. ¿Acaso eso lo hizo más fácil de usar?

En el *Microsoft Word 97* ya se podía crear una página web, tenía plantillas, revisaba la ortografía "al vuelo", tenía autocorrección y autotexto, era en interfaz gráfica con WYSIWYG (*What You See Is What You Get*), múltiples vistas, documentos maestros, vista preliminar, diez maneras de seleccionar texto, arrastrar, copiar, pegar, manejo de múltiples documentos simultáneamente, copiado y pegado de múltiples elementos en distintas posiciones (*spike*), catorce variantes de buscar y reemplazar, listas de deshacer y rehacer, estilos (incorporados y propios), copiado de formato, pegado especial, bordes, viñetas, fuentes *true type*, animación de textos, distintos tipos de interlineado y de sangría, barra de tabuladores y márgenes, WordArt, texto vinculado, sombras, teclas rápidas, formato de carácter, párrafo y documento, columnas y tablas (ambas con mucha funcionalidad), funciones de autoedición, incorporación de efectos multimedia (imágenes, sonido, video), galería de *ClipArt*, descarga de recursos del Internet desde el Word, hipervínculos, texto flotante, anclas, retoque de imágenes desde el Word (con mucha funcionalidad), editor de formas gráficas simples, *layers*, agrupación de objetos, gráficas, numeración de páginas (con mucha funcionalidad), saltos, encabezados, pies de página, diccionario de sinónimos y antónimos, personalización de diccionarios, cartas modelo, etiquetas postales, sobres, libreta de direcciones, combinación de correspondencia, *outlines*, esquemas, subdocumentos, tablas de contenido, índices, archivos de concordancia, marcas, cuadros de texto y dibujos tridimensionales, soporte para escáner, comentarios, OLE (*Object Linking and Embedding*), macros (grabando una secuencia de pasos o con VBA), y elaboración y envío de correos electrónicos, entre otras funcionalidades (Kraynak, 1997, pp. 7-147).

De hecho, el *Word 97* tenía muchas más funcionalidades. La lista del párrafo anterior es de un texto básico. Un manual de referencia o los manuales de certificación sí tendrían registrada toda la funcionalidad. Se recuerda un par de funcionalidades adicionales (porque se necesitaron): la creación y la edición de fórmulas matemáticas, y la incorporación de diccionarios especializados.

Es decir, hace quince años el procesador de textos ya tenía mucha más funcionalidad de la que cualquier usuario acostumbra usar hoy en día, pero desde entonces tenemos cinco versiones de *Word* más: 2000, 2002, 2003, 2007 y 2010. ¿Para qué? Una respuesta muy obvia y bastante realista es que ha habido más versiones porque a *Microsoft* le conviene. Tiene más ingresos. Pero no es una tarea tan sencilla encontrar funcionalidades que estuvieran ausentes en el *Word 97*. Y son mucho más escasas las nuevas funcionalidades que sí son útiles a muchas personas. Una de ellas es un control que se encuentra en la barra de estado y sirve para ampliar o reducir el documento. Es muy útil. Otra función interesante es la capacidad de exportar el documento como un Pdf. Pero no hay mucha más innovación. Lo que hay es mucha mercadotecnia. Las nuevas versiones son mucho más grandes (ocupan más espacio en disco y más memoria RAM), pero la verdad hacen casi lo mismo que hace quince años.

Hace quince años el procesador de textos ya tenía mucha más funcionalidad de la que cualquier usuario acostumbra usar hoy en día

El mayor cambio es de interfaz gráfica. A partir del *Office 2007* se reemplazó la interfaz de menús verticales, de contexto y barras de herramientas por una interfaz de *tab folders*. Fue una decisión muy polémica y cuestionada por la comunidad profesional. Los *tab folders* son menús tan viejos como los menús que se usaron hasta el *Office 2003*. En su momento, *Microsoft* debe haber evaluado ambas opciones y decidió irse por los menús que todos conocemos, de muchos años. ¿Por qué cambió *Microsoft* el esquema de menús? Yo pienso que fue simplemente para que se percibiera radicalmente diferente. Es decir, cambió todo de lugar, haciendo prácticamente lo mismo. Eso tiene un nombre: *gatopardismo*. De repente, los cientos de millones de usuarios descubrieron que tenían que volver a aprender a usar el procesador de textos. Sus conocimientos habían sido descontinuados, por decisión de una empresa.

A los directores de sistemas de las corporaciones no les agradó la idea, ya que para ellos implicaba fuertes gastos de capacitación y pérdidas en productividad, mientras los usuarios aprendían la nueva *suite* de *Office*. Esto, aparte de los gastos de licenciamiento, que siempre han sido elevados. De manera que tomaron una de dos decisiones: o se cambiaron de *suite* ofimática (principalmente hacia el OpenOffice, que ya tenía un nivel de madurez y funcionalidad considerable, y aparte es gratuito), o siguieron siendo fieles a *Microsoft*. Muchas grandes corporaciones tomaron la primera opción.

Otro cambio de lo más notorio fue el del formato de los archivos, de .doc a .docx. El .docx es un formato abierto y estandarizado, y por lo tanto no es sujeto de propiedad intelectual. Eso está bien. De paso, surgió una incompatibilidad hacia las versiones anteriores de *Office*, aunque era posible –siempre y cuando se contara con una licencia de *Office 2000, 2002* o *2003*– descargar un complemento para abrir los nuevos formatos.

El fin de la edad de oro de la tecnología del silicio

En 1964, Gordon Moore (cofundador de Intel) hizo un comentario acerca de que el número de transistores en un circuito integrado se había duplicado cada año, durante los últimos tres, y que tal tendencia continuaría. Para su sorpresa, dicho comentario se transformó en la "Ley de Moore", de la cual hay muchas versiones, y ha sido interpretada de muchas maneras (Reid, 2001, p. 153). Una de las versiones más reconocidas es que la potencia de las computadoras se duplica cada dos años. En los últimos años se ha insistido más en que es el número de transistores en un microprocesador el que se duplica cada dos años, pero entre 1970 y 2000 se interpretó básicamente en el sentido de que las velocidades de las computadoras se duplicaban aproximadamente cada dos años. Además, era cierto.

Pero ya no. A partir de los 2.5 Ghz, la física de los transistores de silicio da un vuelco. A medida que se incrementa la velocidad del microprocesador, el consumo eléctrico se dispara. En los materiales de un curso reciente, organizado y auspiciado por Intel, se puede observar que el consumo eléctrico crece suavemente hasta los 2.4 Ghz (en ese momento se consumirían unos 70 watts), pero a partir de entonces sube exponencialmente, de manera que en los 3.1 Ghz ya se consumen alrededor de 300 watts.

Las razones pertenecen a la física, y realmente no se puede hacer nada, con la excepción de buscar otra tecnología que pueda sustituir al silicio. Tal vez exista y se encuentre dicha tecnología, o tal vez no. En este momento no hay candidatos realmente serios. Además, dicha tecnología sustituta debería llegar al nivel de desempeño logrado por el silicio, para que luego lo pudiera reemplazar, y si algo logró el silicio, fue precisamente desempeño, de manera que la canasta está muy alta. Tal vez dentro de 20, 50, 100 o 200 años se logre eso. O quizá nunca se logre. Si algo ha demostrado el estudio de la historia de la tecnología, es que las predicciones sobre el futuro de ésta suelen fracasar miserablemente. Predecir futuras tecnologías no es un campo de la ciencia. Lo más que se puede hacer es traslapar hacia el futuro el presente, y realizar un análisis de cómo se comportará cierta tecnología si se sigue comportando como lo hace en la actualidad. Y como en la actualidad ya sabemos que llegamos al punto en que pequeños incrementos en velocidad (en Ghz) conllevan incrementos exponenciales en potencia, y como también se sabe que el ahorro en el consumo energético que se obtenga de hacer transistores más pequeños no va a impactar en los Ghz, más que de manera residual, lo que no sirve contra un incremento exponencial en el consumo energético, entonces podemos afirmar, sin lugar a dudas, que los microprocesadores de silicio en el futuro no trabajarán a muchos más Ghz que los microprocesadores actuales. El procesador más rápido (disponible comercialmente)



construido hasta la fecha es el *Intel Xeon E3-1290*, que corre a la friolera de 4.0 Ghz. Lo más que se puede lograr son incrementos en Ghz de lo más *modestos* a partir de ese tope (por supuesto, la palabra *modesto* es siempre en comparación con el pasado).

Nos enfrentamos a los límites de la física del silicio. La física tiene límites y ya los alcanzamos. Ahora bien, de ninguna manera es poco lo logrado. Los microprocesadores son rapidísimos. Pero ya no habrá más Ghz. No es un tema de discusión, algo sujeto a debate. Es un hecho científico. Se sabía desde hace décadas que en algún año próximo íbamos a tener que detenernos. Lo sorprendente, en todo caso, es lo lejos que llegamos.

Ahora bien, este hecho científico tiene repercusiones prácticas. Y es por esas repercusiones que semejante hecho científico, por demás importante, establecido y aceptado, no se ha divulgado con la celeridad a la que estamos acostumbrados en la era de la información. De hecho, la industria de la computación sigue haciendo las cosas como si estuviéramos diez años atrás.

Se entiende desde una óptica comercial. Y las empresas son negocios. Las empresas se crean para ganar dinero, y entre más, mejor. ¿Qué empresa en este planeta, con cientos de millones de compradores al año, acostumbrados a gastar cientos (o miles) de dólares cada dos años en una nueva computadora, sería capaz de divulgar un hecho –por muy científico que sea– que provocara que los compradores sigan usando las mismas computadoras por mucho más tiempo, y las ventas de computadoras se reduzcan a un tercio o a un quinto de las ventas de años anteriores? No hay una sola empresa en este planeta que hubiera hecho eso. Por el contrario, las empresas siguieron trabajando exactamente como si ningún límite se hubiera alcanzado.

Pero ya no es posible seguir tapando el sol con un dedo. La Tabla 1 sintetiza una pequeña investigación efectuada sobre la velocidad de las computadoras entre 1988 y el 2010. Nuestra fuente fueron los anuncios comerciales publicados en periódicos. Nos basamos en el periódico *El Informador*, y buscamos los anuncios de computadoras de distintos días del mes de diciembre, hasta completar por lo menos diez equipos distintos. Si la especificación del equipo no se mostraba en el anuncio, la completamos con una búsqueda en Internet.

¿Cuántos periódicos necesitamos revisar? Como nuestra primera opción era el lunes más cercano al 15 de diciembre –por el aguinaldo–, de 1988 a 2002, nos bastaron uno o dos periódicos (con excepción de 1996, por alguna razón). A partir de 2003 fue mucho más difícil encontrar los diez modelos. Requerimos revisar desde cinco hasta veinte periódicos. No es que hubiera pocos anuncios. Todo lo contrario, había mucha publicidad, pero normalmente era publicidad de una marca, sin mencionar modelos, o de meses sin intereses de cierta marca en cierta tienda, pero –igualmente– sin mencionar modelos concretos de los que pudiéramos buscar su especificación en Internet. Hasta el año 2002 hubo otra diferencia: los anuncios mencionaban los Ghz o los Mhz. A partir de 2003, solo por excepción lo hacían.

Las columnas promedio, moda, mínimo y máximo son de lo más interesantes. Todas muestran un incremento sostenido hasta llegar a un máximo, para luego disminuir. El promedio crece de forma ininterrumpida hasta 2004, donde se alcanza un promedio de 2.5 Ghz, para luego descender bruscamente y mostrar pequeños altibajos, entre 1.7 y 2.09 Ghz. La moda (la velocidad con mayor número de modelos) crece de manera casi perfecta con dos pequeños tropiezos, hasta llegar a un máximo de 2.8 Ghz en 2004, para luego sufrir un desplome dramático, de forma que en cuatro de los seis años restantes, la moda fue de 1.6 Ghz. El mínimo crece de forma bastante regular hasta 2002, donde alcanza los 1.5 Ghz, con una computadora de 1.0 Ghz en el 2003, y un valor de 1.6 Ghz en el 2004, para de ahí mantenerse entre 1.33 y 1.6 Ghz. Finalmente, la columna de los máximos Ghz avanza de forma bastante regular hasta los años 2004 y 2005, hasta 3.2 Ghz, para luego descender en un rango entre 2.0 y 3.06 Ghz.

Es decir, si se tuvo el tino de comprar una computadora en 2004, lo más seguro es que tenga más Ghz que las computadoras compradas con posterioridad. Además, lo más probable es que haya comprado alguna de las máquinas con menos Ghz a la venta, típicamente de 1.6.

Para completar el trabajo, realizamos un análisis diferente para 2011. En esta ocasión, físicamente registramos las computadoras que se encontraban a la venta en los últimos días de noviembre en una tienda *Wal Mart*, en una *Soriana*, en un *Office Depot* y en un *Sam's Club*. En total registramos 87 modelos distintos. Para nuestra sorpresa, sólo cinco de esos modelos estaban en más de una

Nos enfrentamos a los límites de la física del silicio. La física tiene límites y ya los alcanzamos

TABLA 1
Recuperación de la evolución de la velocidad de las computadoras (1988-2010)

	Año	*Número de equipos*	*Promedio*	*Moda*	*Mínimo*	*Máximo*	*Máximo / Mínimo*
Mhz	1988	10	11.20	8	8	20	2.50
	1989	10	10.80	10	10	16	1.60
	1990	24	14.17	12	8	37	4.63
	1991	28	17.29	16	10	33	3.30
	1992	37	25.78	25	12	40	3.33
	1993	15	36.87	40	25	50	2.00
	1994	20	45.20	33	25	90	3.60
	1995	10	78.80	75	33	100	3.03
	1996	16	101.13	100	60	166	2.77
	1997	12	199.67	233	166	233	1.40
	1998	23	291.65	300	166	400	2.41
	1999	14	428.43	400	300	550	1.83
	2000	10	654.90	600	500	1000	2.00
Ghz	2001	18	1.34	1.80	0.80	1.80	2.25
	2002	10	1.79	1.70	1.50	2.00	1.33
	2003	14	2.10	2.40	1.00	2.66	2.66
	2004	10	2.50	2.80	1.50	3.20	2.13
	2005	10	2.00	1.60	1.60	3.20	2.00
	2006	13	1.70	1.60	1.40	2.00	1.43
	2007	10	2.09	1.60	1.60	3.00	1.88
	2008	11	1.92	2.00	1.33	2.40	1.80
	2009	10	1.90	1.60	1.60	3.06	1.91
	2010	10	1.83	1.66	1.60	2.30	1.44

Fuente: Anuncios comerciales publicados en el periódico *El Informador* (http://hemeroteca.informador.com.mx/)

tienda. En el *Wal Mart* y en el *Sams* muchas computadoras tenían los Ghz en la etiqueta de la tienda. En *Soriana* y el *Office Depot*, sólo por excepción estaba indicada la velocidad en Ghz. La Tabla 2 muestra los resultados de este esfuerzo.

Como se puede observar, aproximadamente uno de cada cuatro modelos están en el rango de 1.60 a 1.66 Ghz, coincidiendo con la moda del estudio longitudinal basado en anuncios de periódicos. De hecho, la moda es exactamente la misma: 1.60 Ghz. Las computadoras presentes en el mercado están en un rango de 1.0 a 3.1 Ghz. Es una diferencia bastante importante.

En general, hay una débil tendencia hacia que las computadoras más onerosas son también las más rápidas, pero hay muchas excepciones

En general, hay una débil tendencia hacia que las computadoras más onerosas son también las más rápidas, pero hay muchas excepciones. La más económica (1.66 Ghz) tiene 66% más Ghz que el modelo más limitado (1.0 Ghz), y cuesta dos mil pesos menos. La segunda computadora más cara es de sólo 2.0 Ghz, y es cuatro veces más cara que el modelo más económico con los mismos Ghz. Una de las seis computadoras con más Ghz (2.8, es una desktop *Acer* DX3400, en *Wal Mart*) cuesta 7,990 pesos, la más económica de las 27 computadoras con más Ghz. Otra buena opción es la *Toshiba* L645D, de 2.3 Ghz, por 5,990 pesos, también en *Wal Mart*. En fin, hay demasiada variación en los precios, y parece que la mayoría de las veces la compras de una computadora se realiza a ciegas.

Todavía más: ¿qué tienen en común los procesadores *Atom* 230, 330, Z530P, Z530 y el N270; los *Celeron* 420, E1200, G440, M380, M420, M520, B810 y el B710; los *Pentium* E2140, T2330, T2060, MLV778, M730 y el M725; el *Core Duo* T2050; los *Core 2 Duo* T5470, T5200, SU9600, SL9300 y el L7500, los *Core i7* 720QM y 2657M; el *Core i5* 2467M; los *Itanium* 9050, 9040, 9030, 9010, 9110N, 9140N, 9150N, 9310 y 9340, y finalmente los procesadores *Xeon* LV5113, LV5318, L5310, E5603, E5310, 5110 y el E7310? Que todos son microprocesadores que trabajan a 1.60 Ghz. Lo menos que podemos decir es que hay ninguna relación entre el modelo de microprocesador y su velocidad en Ghz.

Para terminar este apartado, es necesario revisar el conjunto de tecnologías que influyen en la velocidad de una computadora. La primera y más importante, sin duda, es la frecuencia del reloj del microprocesador, los Ghz que hemos estado discutiendo. Pero hay otros factores que tienen influencia en el desempeño general de una computadora:

1. La velocidad de la memoria RAM, que al igual que los microprocesadores, también tiene una frecuencia de reloj, que se mide en Mhz o Ghz. Tradicionalmente, la memoria RAM es mucho más lenta que los microprocesadores. Sin embargo, los microprocesadores alcanzaron el límite físico, mientras que la memoria RAM ha seguido mejorando su desempeño, al punto que está por alcanzar la velocidad de los procesadores típicos. En este momento ya existen memorias de 1.33 Ghz, y seguirán mejorando, hasta que alcancen los límites físicos de la tecnología del silicio. Cuando la memoria RAM trabaje a la



misma velocidad que el microprocesador, dejará de ser un cuello de botella, y trabajarán en igualdad de circunstancias.

2. El tamaño de la memoria *caché*. La memoria *caché* es una memoria RAM que se encuentra dentro del microprocesador, y trabaja a la velocidad del microprocesador. Fue incorporada a los microprocesadores con la intención de mitigar el cuello de botella que imponía la velocidad de la RAM. En un principio, lograba hacer una diferencia de un 30% del rendimiento de la máquina. A medida que la diferencia entre el desempeño de la RAM y el microprocesador se ha ido reduciendo, se tiene que reducir la aportación de la memoria *caché* al rendimiento de la computadora. Cuando la RAM y el microprocesador trabajen a la misma velocidad, la memoria *caché* será obsoleta, y deberá de ser removida de los microprocesadores, o provocará una ralentización de la máquina, porque implica un proceso de copiado de la memoria RAM a la memoria *caché*, trabajar en ésta y finalmente copiar los resultados a la memoria RAM. Con el incremento actual en la velocidad de la RAM, la aportación al desempeño por parte de la memoria *caché* debe ser residual, y tal vez nula, por lo menos en los microprocesadores con menos Ghz.

TABLA 2

Computadoras a la venta en noviembre de 2011, en cuatro tiendas departamentales

Ghz	# Computadoras	Precio Menor	Precio Mayor	Promedio
1.00	2	4990	6699	5845
1.50	5	4759	12499	7312
1.60	13	3999	14999	7903
1.65	3	6990	9499	8429
1.66	7	2990	5999	4467
1.70	1	12999	12999	12999
2.00	6	6089	23999	14517
2.10	7	5999	13999	9567
2.13	1	6999	6999	6999
2.20	6	8499	14999	11091
2.26	1	9999	9999	9999
2.30	11	5990	14499	10878
2.36	1	7990	7990	7990
2.40	4	9499	17999	14124
2.50	4	8299	11499	9372
2.53	2	9499	9999	9749
2.56	1	9499	9499	9499
2.66	3	9999	12999	11332
2.67	1	13990	13990	13990
2.70	2	8999	17999	13499
2.80	3	7990	25999	19996
3.10	3	14999	20999	17332

Lo más probable es que en una computadora que tiene varios núcleos, solamente se trabaje en uno, casi durante toda la vida de la computadora

3. El tamaño de palabra. Consiste en el número de bits que un microprocesador puede mover al ejecutar una instrucción. En este momento hay microprocesadores de 32 y de 64 bits. La mayoría son de 32. La capacidad de mover más bits sólo es relevante cuando una instrucción así lo requiere. La mayoría de veces no lo requiere. Sin embargo, hay alguna aportación del tamaño de palabra de 64 bits. Son entonces computadoras un poco más rápidas. En el pasado, entre 1992 y 1994, se realizó el cambio de tamaño de palabra de 16 a 32 bits. Para 1995 ya no se vendían computadoras de 16 bits. En este momento de la tecnología del silicio, lo más probable es que sigan existiendo microprocesadores de 32 bits, de forma permanente. Incluso, lo más probable es que, con el tiempo, coexistan microprocesadores de 32, 64 y 128 bits. Ese es un rasgo importante que confirma el fin de la edad de oro de la tecnología del silicio: las pocas innovaciones que surgen no se propagan al conjunto de usuarios, sino que se utilizan para hacer más grande la diferencia entre los segmentos de mercado con computadoras más rápidas y las más lentas.

4. El *Hiper Threading*. Esta tecnología fue una verdadera innovación que mejora en alrededor del 30% el desempeño de la máquina. Consiste en que mientras una instrucción se está ejecutando, simultáneamente se están cargando los registros

de la siguiente instrucción. Aunque en muchas ocasiones no se puede aprovechar la precarga de la instrucción (por los numerosos saltos en las instrucciones ejecutables), muchas veces sí se logra aprovechar. Esta innovación no se incorpora en la totalidad de los microprocesadores. El *Celeron* no lo incorpora. Es otra forma de lograr ampliar la brecha entre las computadoras más lentas y las más rápidas, y es otro ejemplo de que las innovaciones, más escasas en este momento, ya no se propagan a todos los usuarios.

5. El número de núcleos del microprocesador. Esta es una innovación que, aunque casi nunca puede ser aprovechada, es el eje de la estrategia mercadológica de los fabricantes de microprocesadores. La programación de núcleos forma parte de lo que se conoce como "programación paralela", y es bien comprendida desde hace más de treinta años. A las computadoras dedicadas a ejecutar programas paralelos también se les conoce como "supercomputadoras". El punto es que hay poquísimas aplicaciones que son candidatas al cómputo paralelo. Lo más probable es que en una computadora que tiene varios núcleos, solamente se trabaje en uno, casi durante toda la vida de la computadora.

Consecuencias del fin de la edad de oro del flujo principal de la computación sobre la globalización

Necesariamente, de forma muy provisional, nos aventuramos a explorar algunas consecuencias de la tesis que hemos desarrollado en este ensayo:

1. Se ha insistido mucho en que, en la posmodernidad, asistimos a un ritmo de cambio tecnológico inédito en la historia. Algunos autores muestran este análisis como si fuera una característica propia de la posmodernidad. Si nuestro análisis es correcto, perfectamente podríamos experimentar una ralentización en la tasa de cambio tecnológico, por lo menos en varias tecnologías caracterizadas como definitorias del estado de cosas actual.

2. Las Tecnologías de la Información constituyen el principal yacimiento de buenos empleos en la sociedad contemporánea. Particularmente, el desarrollo de software es una industria que se ha caracterizado por demandar grandes cantidades de profesionistas. El desarrollo de software puede hacerse hacia nuevos productos, hacia la corrección de defectos o hacia mantenimientos adaptativos. Esta última categoría consiste en la migración de un sistema de software hacia una nueva plataforma de hardware/software, y es dependiente del cambio tecnológico. Una gran parte del desarrollo de software ha sido para mantenimientos adaptativos. Si nuestro análisis es correcto, la profesión informática perderá buena parte de su lustre, al necesitar realizar muchos menos migraciones hacia nuevas tecnologías.

3. Los Estados Unidos, mediante la OMC, los TRIPS, y los tratados de libre comercio bilaterales, han puesto un gran énfasis en la protección de la propiedad intelectual. Si nuestro análisis es correcto, las patentes perfectamente se pueden convertir en una amenaza hacia sus propietarios, en la medida en que vayan pasando al dominio público. Amplios segmentos de la computación, ahora





amparado por patentes, pueden convertirse en *commodities* en unos pocos años, al poder utilizar todo el conocimiento, ahora como un bien público, protegido mediante patentes durante la edad de oro de la computación. En el caso de los microprocesadores, ya se vislumbra una empresa japonesa que está tomando ventaja de esta circunstancia, para competir con *Intel* y *AMD*. Se llama "Via", y está produciendo microprocesadores con siete años de garantía.

4. El modelo económico de las industrias de la computación está basado en un impulso del cambio tecnológico. Si nuestro análisis es correcto, las industrias de la computación no tendrán más alternativa que adoptar modelos económicos propios de industrias maduras. Esto puede tener amplias repercusiones en Estados Unidos, considerando la gran aportación de este grupo de tecnologías al Producto Interno Bruto de ese país. *Nasdaq* perderá mucho de su lustre.

5. Muchos productos de software *Open Source* pueden aprovechar el fin de la edad de oro para lograr su hegemonía en su segmento de mercado, por dos circunstancias: el aprovechamiento de patentes de software propietario (así como la menor posibilidad de ser atacado por infracción de patentes), y por la imposibilidad de las empresas de software propietario de seguir incorporando mejoras que marquen una diferencia sustancial con el *Open Source*.

Bibliografía

Beck, U. (2000). *Un nuevo mundo feliz. La precariedad del trabajo en la era de la globalización*. Barcelona: Paidós.

Beck, U. y E. Grande. (2006). *La Europa Cosmopolita. Sociedad y política en la segunda modernidad*. Barcelona: Paidós.

Campbell, J. (1992). *El hombre gramatical. Información, entropía, lenguaje y vida*. México, Distrito Federal: Fondo de Cultura Económica.

Carbonell, E. (2002). "Altapuerca: antes y después de la aparición de la complejidad humana". En: Catalá, N.; Díez, J.A. y J.E. García-Albea. (eds.) (2002). *El lenguaje y la mente humana*. Barcelona: Ariel.

Castells, M. (2001). *La Era de la Información. Vol. III: Fin de Milenio*. México, Distrito Federal: Siglo XXI Editores.

Constante, A. (2006). *Los monstruos de la razón. Tiempo de saberes fragmentados*. México, Distrito Federal: UNAM.

Derry, T.K. y T.I. Williams. (1982). *Historia de la tecnología. Desde la antigüedad hasta 1750*. Sexta Edición. México, Distrito Federal: Siglo XXI Editores.

Kaplinsky, R. (1992). "Derechos de propiedad industrial e intelectual a partir de la Ronda Uruguay". En: Gómez, M.; Sánchez, M. y E. de la Puerta. (comp). (1992). *El cambio tecnológico hacia el nuevo milenio. Debates y nuevas teorías*. Barcelona: Icaria.

Kraynak, J. y S. Kinkoph. (1997). *Microsoft Office 97 Professional. ¡Fácil!* México, Distrito Federal: Prentice Hall.

Mokyr, J. (1993). *La palanca de la riqueza. Creatividad tecnológica y progreso económico*. Madrid: Alianza Universidad.

Morgan, G. (1998). *Imágenes de la organización*. México, Distrito Federal: Alfaomega.

Moulthrop, S. (1997). "Rizoma y resistencia". En: Landow, G.P. (comp). (1997). *Teoría del hipertexto*. Barcelona: Paidós.

Norman, D.A. (2000). *El Ordenador Invisible*. Barcelona: Paidós.

Puertas, A. (1984). *Magna Enciclopedia Universal*. Tomo XII. Barcelona: Carroggio.

Reid, T.R. (2001). *The Chip. How two Americans invented the Microchip and launched a revolution*. Second edition. New York: Random House.

Rheingold, H. (2004). *Multitudes inteligentes. La próxima revolución social*. Barcelona: Gedisa.

Swadesh, M. (2004). *El lenguaje y la vida humana*. México, Distrito Federal: Fondo de Cultura Económica.

Terceiro, J.B. y G. Matías. (2001). *Digitalismo. El nuevo horizonte sociocultural*. Madrid: Taurus.

Villarreal, R. y R. de Villarreal. (2002). *México competitivo 2020. Un modelo de competitividad sistémica para el desarrollo*. México, Distrito Federal: Océano.

Williams, T. (2000). *Historia de la Tecnología. Desde 1900 hasta 1950 (II)*. México, Distrito Federal: Siglo XXI Editores.

Van Dülmen, R. (2004). *Los inicios de la Europa moderna (1550-1648)*. Historia Universal, Vol. 24. México, Distrito Federal: Siglo XXI Editores.

Webgrafía

Graves, D. y M. Graves. (2003). *The Golden Age of Aviation*. Disponible en: http: //goldenageofaviation.org/ index2.htm (consultado el 10 de julio de 2011).